連載：現代管情報シリーズ

中国製

Psvane 5U4G

（Prat-1）

都来往人

はじめに

Psvaneブランドを展開する中国の恒揚電子は，ベーシックな位置付けのHi-Fi系列から2012年1月頃にPsvane-274Bを発表したのを皮切りに，復刻経典系列からWE-274Bの復刻版としてWE-274B（1：1 Replica）を，ハイ・エンド的なTⅡ（Tresure Mark-Ⅱ）系列から274B-TⅡをそれぞれ2013年1月頃に発表し，2014年中頃にHi-Fi系列からPsvane-5U4G（以後，PS-5U4Gと言う）を発表しました．PS-5U4Gは同社製整流管としては第3弾になります．

5月中頃から秋葉原で出回るようになったので，さっそく購入したところ，既存の中国製5U4Gには見られない幾つかの特徴が確認できました．

さっそく本題に入りたいところではありますが，オリジナル5U4Gのことを詳しく知りたくて民生用直熱型全波整流管の歴史をひも解く過程で興味深いことがわかりましたので，まずはそこからお話ししたいと思います．

民生用直熱型全波整流管の開発

B電源は，201Aのような小型万能管が主流であった時代は，消費電流がさほど多くなかったため，民生用の機器は主に電池に依存していましたが，1920年代に入ってラジオが一般に普及してくると，高価で取り扱いが厄介なB電池を置き換えるところから機器の交流電源化が進みました．

一般家庭においては，当初はラジオ受信機そのものを交流化するのではなく，電灯線の交流から直流を得るB電源供給ユニット（B電池エリミネーター）が流行しました．

交流を直流に変換するためには整流器が必要です．半波整流管は，送信管の世界では既に存在しましたが，スケールが大きすぎて，民生用に適したものは見当たりませんでした．三極管のグリッドをプレートに繋いで二極管として動作させる手法もありますが，特許の問題もあってか民生用には普及しませんでした．

技術的な転機となったのは1925年でした．放電管の一種であるガス入り冷陰極型整流管の特許を持つRaytheonは，同年にType-Bという交流入力350V，直流最大出力60mAのUVベースを履いたフィラメントレス半波整流管を発売しました．冷陰極型整流管は安価で，これを使用したB電源供給ユニットも沢山製造されたため，市場を席巻しました．

ところで，電源利用効率を高めるためには全波整流が適していますが，当初の整流管は単ユニットだったので，2本使うことは大掛かりでコストも嵩むため，2ユニットを封入した全波整流管が開発されることになります．翌1926年には全波整流管のB－H（交流入力350V，尖頭耐逆電圧1000V，放電開始電圧350V，直流最大出力85mA，ドロップ90V）が発売されました．B－Hはヒット作となったようで，改良の結果，直流最大出力は最終的に125mAまでアップしました．

このような状況を横目で見ていた当時の真空管技術者の間では，Type-Bと同等の直流最大出力（60mA）が得られる熱陰極型の全波整流管を開発することが当面の目標で，最終的にはB－H（最大出力125mA）に肩を並べる強力な球の開発があったようです．

(1) UV-196の登場

熱陰極型全波整流管の先駆け的存在は1925年に登場したUV-196で，

RCA Radiotron　Cunningham RADIO TUBES

RCA-5Z3　　C-5Z3

HEAVY-DUTY FULL-WAVE RECTIFIER

The 5Z3 is a high-vacuum rectifier of the full-wave type indended for supplying rectified power to radio equipment having very large direct-current requirements.

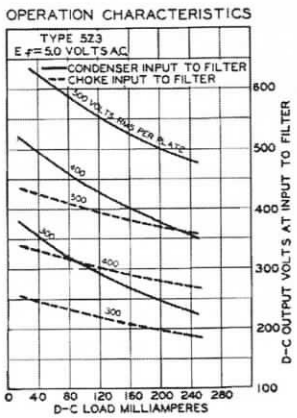
CHARACTERISTICS

Filament Voltage (A. C.)	5.0	Volts
Filament Current	3.0	Amperes
A-C Voltage Per Plate (RMS)	500 *max.*	Volts
D-C Output Current	250 *max.*	Milliamperes
Bulb (For dimensions, see Page 151, Fig. 13)		ST-16
Base (For socket connections, see Page 150, Fig. 2)		Medium 4-Pin

INSTALLATION

The **base** pins of the 5Z3 fit the standard four-contact socket which should be mounted preferably to hold the tube in a vertical position with the base down. If it is necessary to place the tube in a horizontal position, the socket should be mounted with the filament-pin openings either at the top or at the bottom so that the plane of each filament is vertical. Only a socket making very good filament contact and capable of carrying three amperes continuously should be used with the 5Z3. Provision should be made for adequate ventilation to prevent overheating.

The coated **filament** of the 5Z3 is intended to operate from the a-c line through a step-down transformer. The voltage applied to the filament terminals should be the rated value of 5.0 volts under operating conditions and average line voltage. The high current taken by the filament makes it imperative that all connections in the filament circuit be of low resistance and of adequate current-carrying capacity.



APPLICATION

As a **full-wave rectifier**, the 5Z3 may be operated with condenser-input or choke-input filter under conditions not to exceed the rating given under CHARACTERISTICS. Filter circuits are discussed on page 15.

As a **half-wave rectifier**, one or more 5Z3's may be operated with plates connected in parallel. For example, two 5Z3's so arranged in a full-wave circuit can supply twice the output current of a single tube. In this service, the plates of each 5Z3 are tied together at the socket. The allowable voltage and load conditions per tube are the same as for full-wave service.

〈第3表〉5Z3 規格表(RC-11)1933年

交流化を推進するために，UX-213（AC入力220V，直流最大出力65mA）と差し替え可能でより強力な全波整流管を開発することでした．UX-280として結実したのは前述のとおりです．

1920年代後半に開発された直熱三極管や整流管を年代順に並べてみると，Westinghouseが開発した品種は，Konelが発明されて特許を取得し，世間に公開されるまでの約3年間（1926年10月～1929年9月）に集中していることが上記を物語っています．その中にはUX-171AやUX-250，UX-245が含まれていることから，「Westinghouseは出力管の開発を得意としていた」と言えますが，それは端折った説明のように思います．出力管設計の要となるエミッションの増強を可能とする高効率な酸化被膜形フィラメントの製造法を古くから同社が確立していたこと．そして何よりも，フィラメントの基材として，高価な白金合金に代わる高性能かつ低コストなKonelを同社が発明したからこそ成し遂げられたと言えるのではないでしょうか．

1920年代後半から1930年代前半にかけての直熱管の発展や大量生産を支えていたのはKonelと言っても過言ではないと思います．

(4) 水銀蒸気入り全波整流管：82・83の開発

5U4Gの原型である5Z3を語る上ではずせないのは，水銀蒸気入り全波整流管：83の存在です．

UX-280の登場により，中程度の容量のB電源用整流管は同モデルが定番となりましたが，

高効率に大出力が取り出せるB級増幅が流行し始めると，出力の大きさによって消費電流が大きく変動する機器の電源用として，レギュレーションの良好な整流管が求められるようになり，1932年にRCAは大小2つの水銀蒸気入り全波整流管を発表しました(第2表)．

水銀蒸気入り整流管は，送信管の分野では高耐圧・大容量でかつ電圧変動の少ない整流管として，古くから866のような半波整流管が使われていましたが，民生用の全波整流管は1932年になって登場しました．

小柄なほうは82です．最大定格は交流入力500V，尖頭耐逆電圧1400V，直流最大出力125mA．これらのスペックは280と同レベルですが，水銀蒸気の効能で電圧降下が15Vと一定なのが特徴です．

82の電極のサイズは280とほぼ同様ですが，厚みがやや増しており，管内に封入した水銀がステムに結露して短絡しないように，プレート用リードの付け根にはガラス管を次ぎ足して沿面距離を稼いでいます．

米国製において，Type-4はメーカーや製造時期によってバリエーションがあります．多くはマイカが小判型でゲッターがドーム部分の壁もしくは天井に飛ばされていますが，1950年代前半のSylvania製のように，マイカは縁に複数の爪を設けた歯車状であったり，ゲッターが根元に飛ばされているものもあります．

5Z3は1950年版のRC-16規格表では保守品種扱いになっていますが，意外なことにST管スタイルの民生用高真空形全波整流管としては最も製造期間の長かった球だと思います．Sylvania改めPhilips-ECGは軍の保守用に1980年代に入っても製造していました．けれども，1950年代のヴィンテージ球とはデザインが異なり，5U4GBの電極をマウントごとピンチ・ステムに移植してST-16型バルブに封入した内容でした(Type-5)．

5U4Gには1960年代以降の米国製が見当たらず，83も1980年代まで製造されていたことを考えると，UXソケットを使用した昔の機器の保守用に，軍や政府向けの特注品として製造された模様です．

(6) 5U4Gの登場

5U4Gは5Z3をオクタル・ベース化する手法で開発され，1936年7月27日に形式登録されました．

オクタル・ベースは1935年のメタル管開発時に生まれた新規格です．従来は開発された時期と品種によってベースはUX (4ピン)，UY (5ピン)，UZ (6ピン)，UT (7ピン) と4種類に別れていて，それぞれに互換性がないため，機器を製造する際には規格の異なるソケットが必要という不便さを強いられていましたが，8ピン仕様のオクタル・ベース (US) は2極管～7極管や2ユニット封入管など既存の品種を全てカバーでき，センター・キーにより確実にワン・タッチで球の位置決めができる使いやすさを併せ持っていました．

1種類のベースで済ますことのできるメリットはセット・メーカーに歓迎され，当初はメタル管専用であったものが，翌年にはガラス管にも適用され，その便利さゆえに既存の品種のベース変更版が次々と開発されました．全波整流管の分野では，80は1936年6月6日に5Y3Gとして，83-vは5V4Gとして同年4月28日に，5Z3は5U4Gとして同年7月27日に登録され，ピン接続違いの5X4Gは同年3月26日に登録されました．このような登録ラッシュ状況を見ると，1936年は既存品種のオクタル・ベースへの履き替えが積極的に推進された年であったことがわかります．

また，ユニークなのは，ピン接続に全く互換性の無い5X4Gが5U4Gよりも4か月も早く登録されたことで，偶然の一致か，そのタイミングは5Y4G (5Y3Gのピン接続違い) と同じ1936年3月26日です．

電気的特性が同一であるにもかかわらず，5Y4Gや5X4Gのようなピン接続に互換性の無い球を何故開発したのか？以前から不思議でなりませんでしたが，現時点ではSylvaniaあたりがRCAに対抗して先に開発・登録したのではないかと推測しています．

さて，5U4GがRCAの規格表に初めて掲載されたのは1942年版のRC-14です (**第8表**参照)．1933年当時の5Z3に比べて，尖頭耐逆電圧は1割増しの1550Vに引き上げられており，技術の進歩により改良されていることがわかりますが，それとは逆に，直流最大出力は1割引き下げられた225mAです．これはRC-14に掲載された5Z3も同様で，寿命を考慮して安全率を高くとったためと思われます．

また，1940年代の各社の規格表を見ると，ピーク・プレート電流は各ユニット675mA，最大定格はチョーク入力時 (L=3H) に交流入力550V／直流出力225mAでドロップは58V．コンデンサ入力時 (C=40μF) に交流入力450V／直流出力225mAでプレート電源供給インピーダンスは75Ω，ドロップは44Vです．これは同じタイミングで掲載された5Z3も同レベルなので，当たり前のことですが，電極は共通仕様であることがわかります．

さらに，1956年版のSylvaniaの規格表を見ると，尖頭耐逆電圧と定格は変わりませんが，ピーク・プレート電流は約19%増しの800mAにアップし，プレート電源供給インピーダンスは85Ωになっています．

このように，5U4Gは時代の流れとともに少しずつパワー・アップが図られてきたことがわかります．

5U4Gと5T4

5T4はメタル管タイプでは最大容量の直熱式全波整流管です．フィラメント定格は5V／2Aで，最大定格は，型式登録時は尖頭耐逆電圧1250V，交流入力450V，直流出力250mAでしたが，1940年版の規格表では，尖頭耐逆電圧は1550Vに引き上げられ，ピーク・プレート電流は各ユニット675mA．定格はコンデンサ入力 (C=40μF) 時に交流入力450V／直流出力225mA，チョーク入力 (L=3H) 時に交流入力550V／直流出力225mAといった具合に5U4Gと同レベルの性能を有していますが，プレート電源供給インピーダンスは2倍(150Ω)もあります．また，5U4G同様に直流最大

出力が1割引き下げられています.

5U4Gと同等の性能を1A少ないフィラメント・パワーで実現している点で5T4は優れていますが,その背景には,コンパクトな金属シェルの温度を少しでも下げるために加熱電力を減らす必要があったのではないかと思われます.内部構造がどのようになっているのか興味があるので,不良球が入手できたら解剖して5U4Gとの違いを探ってみたいと思います.

ところで,5T4は1937年1月に形式登録され,2月4日にRMAから通達106号としてリリースされましたが,興味深いことがあります.RCAがRMAに1936年12月10日付で提出した資料を見ると,外周器の接合方法が異なり,後の製品のような鍔状のフランジが途中に無く,ベースも大口径です.けれども,1941年4月8日には外周器の変更がRCAから届け出られ,8月以降の製品は6L6のような鍔付きの外周器と小口径ベースに変更することをRMAは4月22日付の106A通達で発表しています.MT-10型メタル管の製造法が変わったのが理由ですが,初期型は見たことがないため,現物を確認してみたいものです.

5U4Gの構造的変遷

5U4Gは1936年7月に登場し,1954年頃にはバルブが小型化された5U4GA(GT管)が登場し,大型TV受像機用に直流最大出力を275mAまでアップさせた5U4GB(1954年4月30日登録)に移行しましたが,17年間の間に確認できただけでも構造的に都合4回の変遷を重ねていることがわかりました.

ちなみに,5U4Gの小型・堅牢化は1950年7月5日に登録された5931から始まりました.5U4WGの別名を持つ5931は,5U4Gの電極をボタン・ステム化してT-12型の直管バルブに封入した球で,450Gの耐衝撃性と2.5Gの耐振性を備えた堅牢構造管です.

5U4Gは,デビュー当初はフィラメントをアンカーで懸架しており,主マイカは円くてサイド・マイカを組み合わせていました.プレートに補強リブは無く,カシメ孔が設けられた接合面は狭くて,そこにT字状のクリップを噛ませてマイカに固定しています.内容的には当時の5Z3と同様なので,ベースのみを交換したことがわかります.RCA製では赤プリント時代です.

やがて1940年代に入るとサイド・マイカが省略され,代わりに主マイカの縁には逆L字状の板バネが4本セットされ,マイカはマグネシア処理されて絶縁性が強化されました(Type-3).RCA製では銀プリント時代に該当し,VT-244として軍にも供給されました.

そして,1940年代末頃になるとデザインが大きく変わりました(Type-4).最大の変化はフィラメント懸架方法の変更です.5Z3同様に,量産性を上げるために,マイカに引っ掛けて折り返しただけの簡略方式に変わりました.これに伴ってプレートのデザインも大きく変わりました.フィラメント・アンカー支持用竿の廃止によって生じたスペースを利用して接合面は3mm程内側に向かって拡張され,カシメ部は広幅面に移動し,本体には熱変形防止用の補強リブが設けられて剛性が増しています.プレート接合面の広幅化は組み立て易くするためかと思われます.プレート表面積は目測で約14%拡大されているので,従来よりも耐久性が向上している可能性が高いように思えますが,ピンチ型ステムが抱えるガラス電解の問題は依然として残されたままなので,根本的な解決はボタン・ステム化された5U4GBの開発を待つことになります.

また,フィラメントをマイカに引っかけるようになって,プレート開口部にほぼ蓋をするような形となったため,放熱を良くしてフィラメントからの金属物質の蒸発とマイカへの析出を抑えるためなのか,プレート端部には切り欠きが設けられました.そしてプレート固定用のT字状クリップが省略されてマイカとの接合方法が簡略化され,マイカも円弧部に爪を設けた小判状に簡素化されました.さらに小型化を意識してか,バルブは裾が切り詰められて丈が短くなりました.

米国製において,Type-4はメーカーや製造時期によってバリエーションがあります.多くはマイカが小判型でゲッターがドーム部分の壁もしくは天井に飛ばされていますが,1950年代前半のSylvania製のように,マイカは縁に複数の爪を設けた歯車状であったり,ゲッターが根元に飛ばされているものもあります.また,補強リブは4本が標準ですが,1950年代初めのSylvania製では5本といった具合にバリエーションがあります.

特に,1952年～1953年頃のSylvania製は,マグネシア処理されたマイカは縁に10本の爪を設けた歯車状で,プレートに設けられた補強リブは5本といった具合に.Psvane-5U4Gとの共通点が多いということを現時点では伏線としてお伝えしておきます.

以上のような5U4Gの変遷は前述の5Z3と同様ですが,当時は5U4Gが主流だったので,5U4Gの仕様変更に5Z3がリンクしていたのが実態です.**(以下次号)**